

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт  
институт  
Автомобильный транспорт и машиностроение  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
код – наименование направления

на тему: «Модернизация подвески автомобиля ВАЗ-2110»

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент каф АТиМ, к.т.н. В.А. Васильев  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ Д.С. Галыгин  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Продолжение титульного листа ВКР по теме Модернизация подвески автомобиля ВАЗ-2110

Консультанты по разделам:

Анализ конструкции и обоснование выбора проектируемого узла  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Определение основных параметров и расчет проектируемого узла  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Технологическая часть  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Безопасность и экологичность  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Экономическая эффективность  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Заключение на иностранном языке  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Н.В. Чезыбаева  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт  
институт  
Автомобильный транспорт и машиностроение  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Е.М. Желтобрюхов  
подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

ЗАДАНИЕ  
На ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

В форме бакалаврской работы

Студенту Галыгину Данилу Сергеевичу  
Группа 66-1 Направление подготовки 23.03.03  
«Эксплуатация транспортно технологических машин и комплексов»  
Тема выпускной квалификационной работы «Модернизация подвески  
автомобиля ВАЗ-2110»

Утверждена приказом по институту № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.  
Руководитель ВКР  
Васильев.В.А доцент.к.т.н \_\_\_\_\_

Исходные данные для ВКР:

1. Конструкция подвески ВАЗ-2110
2. Технические характеристики автомобиля ВАЗ-2110

Перечень разделов для ВКР:

1. Анализ конструкции и обоснование выбора проектируемого узла
2. Определение основных параметров и расчет проектируемого узла
3. Технологическая часть
4. Безопасность и экологичность
5. Экономическая часть

Перечень графического материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Штанга стабилизатора 18мм
2. Штанга стабилизатора 20мм
3. Передняя подвеска ВАЗ-2110
4. Силы в подвеске
5. Автомобиль ВАЗ-2110
6. Штанга стабилизатора 3D

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

подпись

В.А. Васильев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

подпись,

Д.С. Галыгин

инициалы и фамилия студента

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 49 страниц пояснительной записки формата А4, 7 литературных источников.

Немыслима без, удовлетворяет затраты, подвеска, типы подвесок, почему 2110, стабилизатор, угловая жесткость, полигон НАМИ, заключение.

Целью дипломной работы является модернизация подвески автомобиля ВАЗ-2110, путем установки стабилизатора с увеличенным диаметром прутка.

Данная работа состоит из 5 глав: В первой главе мы рассмотрели какие основные конструкции подвесок на данный момент применяются, так же рассмотрели сам стабилизатор и требования к подвеске.

Во второй главе мы производили расчеты по угловой жесткости автомобиля со стандартным стабилизатором и с предложенным нами в работе.

В третьей главе мы производили расчеты и составляли таблицы для того что бы понять как измениться обслуживание и сборка автомобиля после внесенных изменений.

В четвертой главе мы объясняли безопасность вносимых изменений

В пятой лаве мы рассмотрели экономическую выгоду данного проекта.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 Анализ конструкции и обоснование выбора проектируемого узла .....	8
1.1 Назначение подвески транспортных средств .....	8
1.2 Варианты конструктивных исполнений подвески .....	8
1.2.1 Направляющие устройства .....	8
1.2.2 Упругие устройства .....	9
1.2.3 Количество применяемых рычагов в подвеске .....	13
1.2.4 Стабилизирующие устройства .....	15
1.3 Требования, предъявляемые к подвеске .....	16
1.4 Устройство передней подвески .....	17
1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию подвески ..	20
2 Определение основных параметров и расчет проектируемого узла .....	21
2.1 Исходные данные .....	21
2.2 Расчет стабилизатора поперечной устойчивости на прочность .....	22
3. Технологическая часть .....	29
3.1 Анализ изменения конструкции подвески, влекущего за собой изменение технологического процесса .....	29
3.2 Разработка технологической схемы установки передней подвески .....	30
3.3 Разработка перечня работ .....	31
3.4 Определение трудоемкости установки передней подвески .....	34
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ .....	38
4.1 Анализ влияния модернизации передней независимой подвески .....	38
на управляемость, устойчивость, безопасность и плавность хода автомобиля .....	38
4.2 Нормативные требования .....	38
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ .....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	46
CONCLUSION .....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	48

## **ВВЕДЕНИЕ**

Автомобиль настолько сильно основался в нашей жизни, что без него мы уже не можем представить свою жизнь. Основной задачей автомобильного транспорта является полное, а так же своевременное удовлетворение потребностей национальной экономики и населения в транспорте при минимально возможных материальных и трудовых затратах при одновременном обеспечении высокого уровня безопасности дорожного движения и экологичности. Около 80% всех грузов и 90% пассажиров перевозятся на автомобиле.

Наиболее важный элемент в автомобиле является его подвеска, так как от качества ее выполнения зависит, надежность, долговечность автомобиля и сохранность груза, а так же комфортабельность перевозки пассажиров.

Подвеска представляет собой совокупность устройств, которые обеспечивают упругую связь между неподрессоренной и поддрессоренными массами. Так же подвеска уменьшает динамические нагрузки, которые в свою очередь действуют на поддрессоренную массу. Подвеска состоит из трех основных элементов: упругого, направляющего, а так же демпфирующего. В основном на данный момент для уменьшения крена в подвеску добавляется стабилизирующее устройство.

Целью данной работы является модернизация подвески автомобиля ВАЗ-2110 путем установки стабилизатора диаметром прутка 20мм, взамен штатного 18мм.

# **1 Анализ конструкции и обоснование выбора проектируемого узла**

## **1.1 Назначение подвески транспортных средств**

Подвеска автомобиля выполняет следующие задачи:

- обеспечение упругой связи между кузовом и колесами автомобиля
- обеспечение оптимальной кинематики колес автомобиля (перемещение их относительно кузова).

## **1.2 Варианты конструктивных исполнений подвески**

Прежде всего, необходимо понимать, что типов подвески существует огромное множество и разделяются они по типу направляющего аппарата на зависимые и независимые.

### **1.2.1 Направляющие устройства**

Зависимая - Она упрощенно представляет собой два колеса, жёстко соединённых между собой одной балкой. Воздействие на одно колесо приводит к изменению положения так же и второго колеса. Зависимая подвеска в основном предназначена для эксплуатации в тяжёлых дорожных условиях.

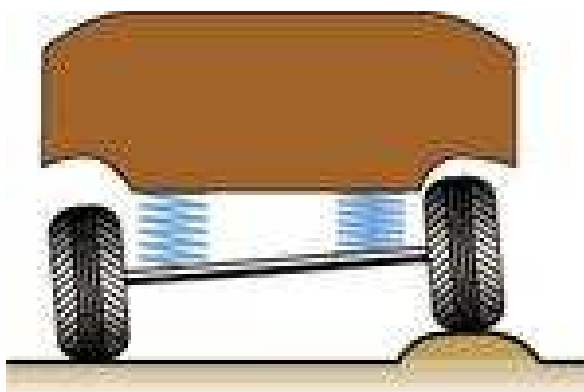


Рисунок 1.1- Зависимая подвеска



Независимая - в данном типе подвески колёса не связаны друг с другом, и действуют независимо. Независимая подвеска имеет преимущество при движении по трассе с большой скоростью и устанавливается, в основном, на легковых автомобилях.

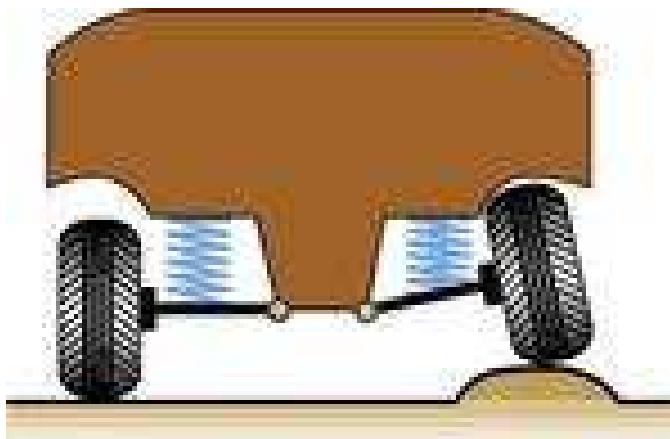


Рисунок 1.2-Независимая подвеска

### 1.2.2 Упругие устройства

Пружинная - Пружины могут работать как зависимых так и независимых подвесках. Их применяют на легковых автомобилях всех классов. Пружина, поначалу только цилиндрическая, с постоянным шагом навивки по мере совершенствования конструкции подвески приобрела новые свойства. Сейчас применяют конические или бочкообразные пружины, навитые из прутка переменного сечения. Все для того, чтобы усилие росло не прямо пропорционально деформации, а более интенсивно. Сначала работают участки большего диаметра, а затем включаются те, что поменьше. Так же и более тонкий прутки включаются в работу раньше, чем более толстый.

Рессора состоит из собранных вместе отдельных листов выгнутой формы. Стальные листы имеют обычно прямоугольное сечение, одинаковую ширину и различную длину.

Рессоры бывают многолистовые, малолистовые и однолистовые. Из соображения низкой стоимости и массы больше подходят однолистовые рессоры. Также в ней отсутствует межлистовое трение, которое способствует передаче неровностей микропрофиля дороги телу человека, по величине возмущения не превосходящих величину трения. Однако однолистовые рессоры не применяют из-за трудности размещения рессоры большой длины, а также по соображениям безопасности. Поломка однолистовой рессоры означала бы немедленную потерю управляемости. Этим объясняется то, что наибольшее распространение имеют малолистовые рессоры.

Основное преимущество рессор в том что они одновременно выполняют функцию упругого и направляющего элемента. Кроме того, листовые рессоры просты в изготовлении и легкодоступны для ремонта в эксплуатации. По сравнению с упругими устройствами других типов листовые рессоры имеют повышенную массу, менее долговечны, обладают сухим (межлистовым) трением, что способствует нечувствительности рессоры к мелким неровностям дороги, ухудшают плавность хода автомобиля и требуют ухода (смазывания) в процессе эксплуатации.



Рисунок 1.3- Рессорная подвеска

В пневматическом упругом элементе упругие свойства обеспечиваются за счет сжатия воздуха. В автомобилестроении наиболее часто используется три

типа пневматических упругих элементов: круглые пневмобаллоны, рукавные и диафрагменные.

Пневматическая подвеска позволяет поддерживать кузов автомобиля на постоянном уровне, она также может применяться в комбинации с регулируемыми амортизаторами. Пневматическая подвеска позволяет относительно просто реализовать регулирование уровня кузова. При регулировании кузов автомобиля находится в статическом состоянии на постоянном уровне, т. е. поддерживается постоянный дорожный просвет. Регулирование уровня кузова осуществляется изменением давления и соответствующего ему объема воздуха в упругих элементах. Статическое положение кузова при этом не зависит от нагрузки.



Рисунок 1.4-Пневматическая подвеска

Гидропневматический упругий элемент включает в себя гидравлический цилиндр с поршнем и толкателем (штоком) и упругий пневматический элемент (пневмокамеру), который размещается в самом цилиндре или отдельно от него.

В гидропневматических элементах, также как и в пневматических, рабочим телом является газ, но под более высоким давлением (до 20 МПа), которое обеспечивается жидкостью, поскольку герметизацию резервуара с жидкостью вследствие ее более высокой вязкости осуществлять проще. При колебаниях кузова жидкость проходит через систему клапанов и испытывает сопротивление, чем и обеспечивается гашение колебаний несущей системы.

Гидропневматические подвески обеспечивают высокую плавность хода, возможность регулировки положения кузова и эффективное гашение колебаний. К основным недостаткам такой подвески относится ее сложность и высокая стоимость.

Резиновые упругие элементы широко применяются в подвесках современных автомобилей в виде дополнительных упругих устройств, которые называются ограничителями, или буферами. Часто внутри буферов вулканизируют металлическую арматуру, которая повышает их долговечность и служит для крепления буферов.

Буфера подразделяются на буфера сжатия и отдачи. Первые ограничивают ход колес вверх, а вторые – вниз.

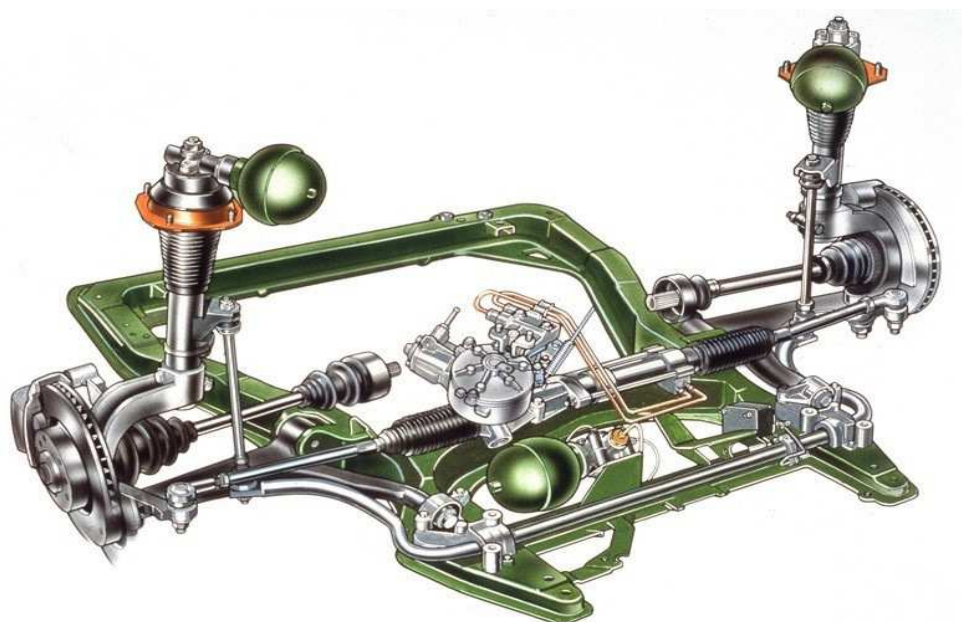


Рисунок 1.5-Гидравлическая подвеска

### 1.2.3 Количество применяемых рычагов в подвеске

Так же мы можем разделить подвеску и по количеству применяемых рычагов(на одну сторону):

С применением одного рычага - это всеми любимый «макферсон»



Рисунок 1.6-Подвеска с 1м рычагом

Многорычажная подвеска- это более сложная конструкция с большим количеством рычагов, сайлентблоков, шаровых опор и шарниров. Данный вид подвески мы можем увидеть в автомобилях, как представительского класса, так и в автомобилях группы «б». Данный вид подвески обеспечивает завидную плавность хода, так же отлично гасит удары при резкого наезда на препятствие.



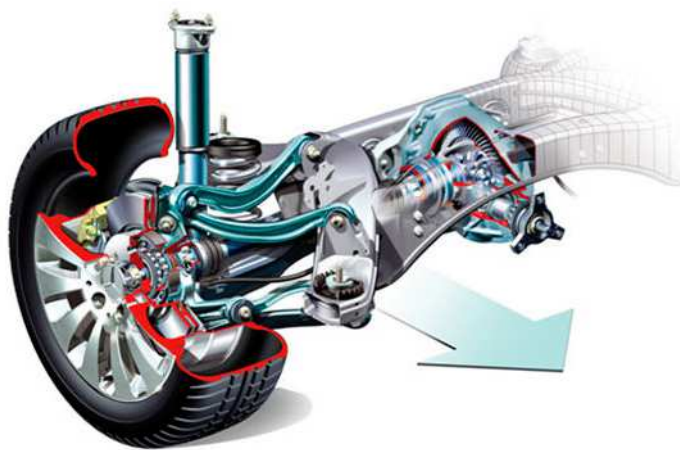


Рисунок 1.7 – Многорычажная подвеска

С применением двух рычагов – это более классическая компоновка подвески автомобиля. Такую подвеску мы можем увидеть на полноприводных автомобилях.

Двухрычажная подвеска с коротким верхним и длинным нижним рычагами обеспечивает минимальные поперечные перемещения колеса (вредные для боковой устойчивости автомобиля и вызывающие быстрый износ шин), а также незначительные угловые перемещения при ходе вверх и вниз. Конфигурация поперечного рычага позволяет каждому колесу независимо воспринимать неровности и оставаться более вертикальным на поверхности дороги. А это означает лучшее сцепление с дорогой.



Рисунок 1.8- Двухрычажная подвеска

Проблема в том, что у двухрычажной подвески есть существенный недостаток. Дело в том, что верхний рычаг довольно ощутимо «съедает» подкапотное пространство. А если учесть, что подавляющее большинство современных автомобилей переднеприводные, с поперечным расположением двигателя, то «двухрычажке» просто не находится места в кузове. По этому практически все автомобили А-, В- и С-класса довольствуются компактной и более дешевой в производстве подвеской типа McPherson.

#### **1.2.4 Стабилизирующие устройства**

При движении автомобиля в повороте или по змейке под действием центробежных сил происходит перераспределение нагрузки между упругими элементами подвесок: со стороны наружных колес по отношению к радиусу качения нагрузка повышается, а с внутренней – снижается. В результате автомобиль кренится или раскачивается в поперечной плоскости. Подобные явления очень опасны, так как способны вызвать опрокидывание автомобиля и потерю контроля над его управляемостью. Исключить эти недостатки можно использованием стабилизатора поперечной устойчивости, работающий только в случаях перемещения колес одной оси в разных направлениях – одно вверх, другое вниз. Конструктивно стабилизатор представляет собой штангу U-образной формы с изогнутыми под определенными углами концами, которая средней частью связана с кузовом, а концами – с рычагами подвески. Изготавливают стабилизаторы из отрезка цилиндрического профиля. В качестве материала используют специальную сталь, которая при скручивании способна работать как упругий элемент.

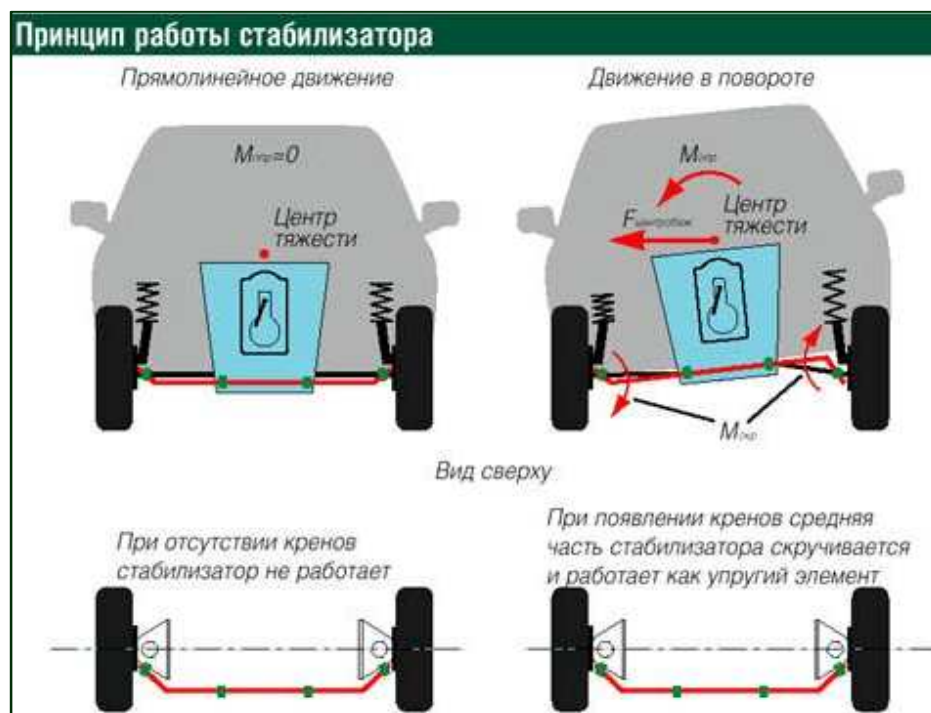


Рисунок 1.9 – Принцип работы стабилизатора

При боковых кренах и поперечных угловых колебаниях кузова концы стабилизатора перемещаются в разные стороны: один опускается, а другой поднимается. Вследствие этого средняя часть стабилизатора закручивается, начиная работать как упругий элемент, в результате чего со стороны крена стабилизатор стремится приподнять автомобиль, а с другой, сжав упругий элемент подвески, – опустить его. Стабилизатор не препятствует вертикальным и продольным угловым колебаниям кузова, при которых он свободно поворачивается в своих опорах. Так обеспечивается выравнивание автомобиля по отношению к плоскости дороги.

### 1.3 Требования, предъявляемые к подвеске

Подвеска должна быть:

1. легкой в неподрессоренной её части;
2. компактной для того что бы был легкий доступ к другим частям автомобиля и большего пространства в салоне;
3. наиболее простой, для технологического и дешевого в изготовлении;



4. агрегатируемой для обеспечения подборки узлов и проведения требуемых регулировок до монтажа на автомобиль, и возможности автоматизации установки подвески на автомобиль;
5. надёжной и долговечной в эксплуатации;
6. мягкое поддрессирование;
7. изоляцию кузова от дорожных шумов и жёсткого качения радиальных шин;
8. максимальную надёжную безопасность движения при допускаемых скоростях, как по прямой, так и на поворотах.

#### **1.4 Устройство передней подвески**

В качестве прототипа взята подвеска легкового автомобиля ВАЗ-2110 (рис. 1.10).

Эта рычажно-телескопическая подвеска (подвеска Макферсон), соответственно она независимая и с телескопическими гидравлическими амортизаторными стойками, у данной подвески упругими элементами являются винтовые цилиндрические пружины, направляющими: нижние поперечные рычаги с растяжками и телескопическая стойка, которая совмещает в себе функцию направляющего и гасящего элемента, также подвеска имеет стабилизатор поперечной устойчивости.

Основа подвески – телескопическая гидравлическая амортизаторная стойка 16. Её нижняя часть соединена с поворотным кулаком 19 двумя болтами. Верхний болт 18, проходящий через отверстие кронштейна телескопической стойки, имеет эксцентриковый поясok и эксцентриковую шайбу. Поворотом этого болта регулируется развал переднего колеса.

На телескопической стойке установлены: витая цилиндрическая пружина 7, пенополиуретановый буфер хода сжатия 9 с защитным кожухом 8, а также верхняя опора стойки 12 в сборе с подшипником 11.

Верхняя опора крепится тремя самоконтрящимися гайками к стойке брызговика кузова. За счет своей эластичности опора дает возможность

стойке качаться при ходах подвески и гасит высокочастотные колебания. Запрессованный в нее подшипник позволяет стойке поворачиваться вместе с управляемыми колесами.

В корпусе стойки смонтированы детали телескопического гидравлического амортизатора.

Нижняя часть поворотного кулака соединена с нижним рычагом подвески 20 через шаровую опору 1. Опора закреплена двумя «глухими» болтами.

Тормозные и тяговые силы воспринимаются продольными растяжками, соединенными через резинометаллические шарниры с нижними рычагами и с кронштейнами. В местах соединения (на обоих концах растяжки) установлены регулировочные шайбы угла продольного наклона оси поворота.

Стабилизатор поперечной устойчивости – штанга из пружинной стали. Концы стабилизатора через стойки с резинометаллическими шарнирами соединены с нижними рычагами подвески. Средняя часть штанги крепится к кузову кронштейнами через резиновые подушки.

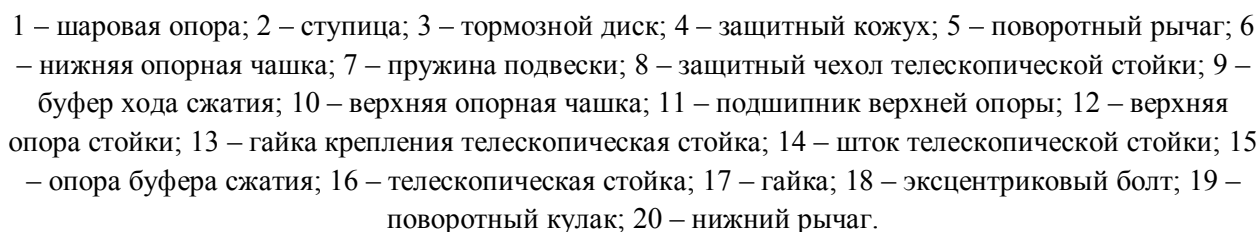


Рисунок. 1.10 Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110

## **1.5 Выбор и обоснование вносимых изменений в конструкцию подвески**

В данном дипломном проекте модернизируется передняя подвеска переднеприводного легкового автомобиля ВАЗ-2110, так как данный автомобиль один из лучших предложений на рынке вторичных автомобилей, так как в нем скомпонованы именно те агрегаты, которые понравились «нашему» покупателю, удачный тип кузова седан с просторным багажником. В целом платформа ваз 2108 получилась очень удачной. Отсутствие подрамника, а так же составная конструкция рычага обеспечиваю небольшую неподрессоренную массу и дешевизну изготовления. Так как данный автомобиль стоит довольно-таки скромных денег, то и модернизацию желательно производить с вложениями которые смог бы позволить себе практически любой заинтересованный владелец автомобиля ВАЗ-2110.

Предлагается применить верхнюю сварную растяжку, которая жестко соединяет верхние части передних стоек и предотвращает взаимное перемещение стоек подвески во время движения. Также предлагается установка усиленного стабилизатора поперечной устойчивости вместо штатного. Данный стабилизатор имеет увеличенный диаметр прутка 20мм вместо 18мм.

## 2 Определение основных параметров и расчет проектируемого узла

### 2.1 Исходные данные



Рисунок. 2.1 Автомобиль ВАЗ-2110

#### Автомобиль ВАЗ-2110

1) Общие параметры автомобиля:

Таблица 1 – Параметры автомобиля ВАЗ-2110

Параметры автомобиля ВАЗ-2110	Значение параметра
Снаряженная масса, кг	1010
Полная масса $M_a$ , кг	1485
Номинальная мощность, л.с.(кВт) / при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	73,4 (54) / 5600
Максимальный крутящий момент, Нм / при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	103,9 / 3500
Максимальная скорость, км/ч	165
Колея В, м	1,4
Высота центра тяжести $h_g$ для полностью груженого автомобиля, м	0,58
Расстояние от центра тяжести до передней оси для полностью груженого автомобиля а, м	1,246

## 2.2 Расчет стабилизатора поперечной устойчивости на прочность

Диаметр прутка 18 мм

Угловая жесткость стабилизатора определяется по формуле:

(2.1)

$$C_T = \frac{P}{2 \cdot f_c} = \frac{1}{\frac{l_T \cdot l^2}{G \cdot I_P} + \frac{2l_1^3}{3EI} + \frac{l_2^2(l_c - 2l_2)}{3EI}}$$

После преобразований:

(2.2)

$$C_T = \frac{3EI}{4l_T l^2 + 2l_1^2 + l_2^2(l_c - 2l_2)}$$

где  $2f_c$  - перемещение одного конца стабилизатора относительно другого;

$l_c = 1200$  мм;  $l_l = 418.5$  мм;  $l = 458.0$  мм;  $L_T = 840$  мм;  $l_2 = 247.5$  мм;

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = 5153 \text{ мм}^4$$

(2.3)

по компоновке:  $2f_c = 148$  мм;

$E = 2 \cdot 10^5$  МПа.

$$C_T = \frac{3 \times 2 \times 10^5 \times 5153}{4 \times 840 \times 418.5^2 + 2 \times 458^2 + 247.5^2 (1200 - 2 \times 247.5)} = 4,89 \times 10^3 \text{ Н / м}$$

(2.4)

Найдем усилие  $P$ , приложенное к концам стабилизатора:

$$P = C_T \times 2 f_c = 723,72 \text{ Н}$$

(2.5)

Наиболее опасным сечением будет сечение в точке 2.

$$M_{изг} = P \cdot l_C = 868.46 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.6)$$

Напряжение от изгиба:

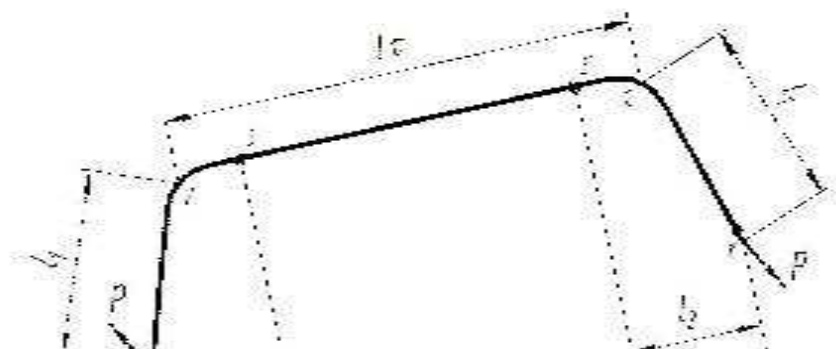
$$\sigma = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} + \frac{M_{изг}}{\frac{\pi d^3}{32}} = 516.16 \text{ МПа} \quad (2.7)$$

Напряжение кручения:

$$\bullet \quad \tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} + \frac{P_t}{\frac{\pi d^3}{16}} = 90.3 \text{ МПа} \quad (2.8)$$

Приведенные напряжения по четвертой теории прочности:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{516.16^2 + 3 \times 90.3^2} = 539.34 \text{ МПа} \quad (2.9)$$



## Рисунок 2. 2 - Схема сил действующих на стабилизатор

Расчет стабилизатора поперечной устойчивости на прочность

Диаметр прутка 20 мм

Угловая жесткость стабилизатора определяется по формуле:

$$C_T = \frac{P}{2 \times f_c} = \frac{1}{\frac{l \times l^2}{G \times I_p} + \frac{2l^3}{3EI} + \frac{l_2(l - 2l_2)}{3EI}} \quad (2.10)$$

После преобразований:

$$C_T = \frac{3EI}{4l_T l^2 + 2l_1^2 + l_2^2(l_c - 2l_2)} \quad (2.6)$$

где  $2f_C$  - перемещение одного конца стабилизатора относительно другого;

$l_C = 1200$  мм;  $l_1 = 418.5$  мм;  $l_C = 458.0$  мм;  $l_T = 840$  мм;  $l_2 = 247.5$  мм;



по компоновке:  $2f_C = 148$  мм;

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

(2.7)

$$C_T = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 5153}{4 \cdot 840 \cdot 418.5^2 + 2 \cdot 458^2 + 247.5^2 (1200 - 2 \cdot 247.5)} = 4,89 \cdot 10^3 \text{ Н/М}$$

Найдем усилие Р, приложенное к концам стабилизатора:

$$P = C_T \cdot 2f_C = 723,72 \text{ Н}$$

Наиболее опасным сечением будет сечение в точке 2.

$$M_{изг} = P \cdot l_C = 868.46 \text{ Н·м}$$

Напряжение от изгиба:

(2.8)

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} = \frac{M_{изг}}{\frac{\pi d^3}{32}} = 516,16 \text{ МПа}$$

Напряжение кручения:

(2.9)

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{pl}{\frac{\pi d^3}{16}} = 90,3 \text{ МПа}$$

Приведенные напряжения по четвертой теории прочности:

$$\sigma_{пр} = \sigma^2 + 3\tau^2 = 1078.72^2 + 3 \times 188.1^2 = 1126.84 \text{ МПа}$$

(2.10)

Предел прочности для стали 60С2Г: (2.11)

$$\sigma_{\sigma} = 1350 \text{ МПа.} \quad \frac{\sigma_{np}}{\sigma_{\sigma}} = 0.835$$

Расчет угловой жесткости передней подвески

Угловая жесткость подвески определяется по формуле:

$$C_{пп} = 2 * C_{пруж.} * d^2 + C_T \quad (2.13)$$

где  $d = B/2 = 1400/2 = 700 \text{ мм.}$

$B$  – колея передних колес;

Угловая жесткость подвески со стандартным стабилизатором:

$$C_{пп} = 2 * 28396,1 * 0,7^2 + 4890 = 32,7 * 10^3 \text{ Н/м}$$

Угловая жесткость подвески с новым стабилизатором:

$$C_{пп} = 2 * 28396,1 * 0,7^2 + 7450 = 35,3 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.14)$$

$$C_{пп}/C_{зп} = 1,2$$

Угловая жесткость задней подвески:

$$C_{зп} = C_{пп}/1,2 = 35,3 * 10^3 / 1,2 = 29,4 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.15)$$

Общая угловая жесткость подвески автомобиля:

$$\Sigma C_{\varphi} = C_{пп} + C_{зп} = 35,3 * 10^3 + 29,4 * 10^3 = 64,7 * 10^3 \text{ Н/м} \quad (2.16)$$

Угловая жесткость подвески автомобиля:

$$\Sigma C_{\varphi} = m_{\Pi} * h_{\varphi} * (j_y / \varphi + g) \quad (2.17)$$

где  $m_{\Pi}$  – подрессоренная масса автомобиля, кг;

$h_{\varphi}$  – плечо крена (расстояние от центра масс до оси крена), м;

$j_y$  – боковое ускорение автомобиля,  $\text{м/с}^2$

$\varphi$  – допускаемый угол крена, рад;

$g$  – ускорение свободного падения,

$\text{м/с}^2$ .  $m_{\Pi} = 1468$  кг

$j_y = 4 \text{ м/с}^2$

$h_{\varphi} = B/2 = 1400/2 = 700 \text{ мм} = 0,7 \text{ м}$ .

(2.18)

$B$  – колея передних колес;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$

Допускаемый угол крена автомобиля после преобразований:

$$\varphi = \Sigma C_{\varphi} / m_{\Pi} * h_{\varphi} * j_y - g / j_y \quad (2.19)$$

$$\varphi = 64,7 * 10^3 / 1468 * 0,7 * 4 - 9,81 / 4 = 3,2^{\circ} < 4^{\circ}$$

Вывод: из выше приведенных расчетов видно, что жесткость стабилизатора поперечной устойчивости стала выше, благодаря чему стала выше и угловая жесткость передней подвески. Значение расчетного угла крена автомобиля меньше допускаемого, т.е. соответствует

### **3. Технологическая часть**

#### **3.1 Анализ изменения конструкции подвески, влекущего за собой изменение технологического процесса**

Определение технологического процесса дается в ГОСТ 3.1109-82. Согласно данному ГОСТ технологический процесс содержит в себе целенаправленные действия по изменению или определению состояния предмета. Под предметами труда в данном случае понимают изделия или заготовки.

Существует, однако, и другое определение технологического процесса. Технологический процесс — это последовательность связанных между собой действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных для получения необходимого результата.

Детально-узловой состав модернизированной конструкции передней подвески идентичен составу базовой конструкции. Поэтому технологический процесс сборки модернизированной подвески будет точно таким же, как и серийного узла и дополнительной технологической проработки не требуется.

Рассмотрим детально-узловой состав передней подвески:

- рычаг передней подвески в сборе;
- стойка передней подвески с тормозом в сборе;
- стабилизатор поперечной устойчивости передней подвески в сборе.

Сохранение серийного технологического процесса исключает затраты на приобретение и модернизацию оборудования и оснастки, а также обучение работников. В итоге это позволит снизить конечную себестоимость передней подвески.

Технологичность разрабатываемой конструкции и требования предъявляемые к ней

Технологичность является комплексной характеристикой технически сложного устройства. Она показывает удобство производства, монтажа, ремонтпригодности. Что бы получить представление о технологичности изделия

необходимо рассматривать его себестоимость. Современные технические изделия имеют меньшую себестоимость чем более старые изделия того же уровня.

В массовом производстве требования к технологичности изделия достаточно высоки, а так как мы рассматриваем бюджетную линейку автомобилей, то они становятся еще жестче. Для обеспечения стабильного качества процесс сборки должен быть автоматизирован, том случае, когда это невозможно, труд персонала должен быть механизирован. В этом случае можно сократить затраты на контроль качества продукции. Сборка автомобиля по возможности должна быть крупноузловой. В данном случае можно сэкономить на входящем контроле и уменьшить количество производственных площадей и, как следствие, уменьшить затраты на содержание. Средства контроля и измерения должны быть автоматизированы и в наилучшем варианте встроены непосредственно в инструмент.

Технологический процесс установки передней подвески автомобиля ВАЗ-2110 достаточно хорошо оптимизирован и удовлетворяет всем вышеуказанные требованиям, так как узлы, используемые при сборке достаточно крупные, что существенно снижает трудочасы. Размерность крепежных изделий подобрана так, чтобы минимизировать количество инструмента.

### **3.2 Разработка технологической схемы установки передней подвески**

Технологическая схема сборки является основой для технологического процесса. Технологическая схема сборки разрабатывается на основании конструкторской документации. Она показывает порядок операций, перечень необходимых деталей, узлов и крепежных изделий, а также величины крутящих моментов затяжки резьбовых соединений и усилий запрессовки.

Технологический процесс называют основным, если его результатом является изменение массы, габаритов или физико-химических свойств детали или узла.

Вспомогательным технологическим процессом называют производственную

деятельность, не направленную на изменение объекта. К нему относят обслуживание и ремонт оборудования, хранение, транспортировка, контроль качества, а также другие виды работ.

Технологическая операция является наименьшей частью технологического процесса. Она выполняется рабочим или группой работников непрерывно на одном рабочем месте. Имея перечень операций сборки можно спланировать необходимое количество рабочих, инструмента и специальных приспособлений, определить нормы времени и трудоемкость сборки.

Список, описывающий все технологические операции называются маршрутной картой.

Структурно автомобиль принято делить на группы. Обычно группы соответствует системам автомобиля. Группы состоят из подгрупп, а подгруппы состоят из входящих в них деталей.

К технологической схеме процесса предъявляется ряд общих требований. Разбивка на узлы должна быть произведена так чтобы максимальное количество узлов собиралась независимо друг от друга. Следует также помнить, что при чрезмерном количестве узлов потребуются большие площади для их хранения, а также увеличится трудоемкость сборки. При недостаточном количестве узлов, их масса будет достаточно большой, что потребует использования специальных приспособлений для монтажа и транспортировки. Частичная разборка или полный демонтаж уже установленных на автомобиль деталей должны быть исключены. Детали или узлы, требующие подгонки или других дополнительных регулировок необходимо объединять в отдельные сборочные единицы.

### **3.3 Разработка перечня работ**

Разработаем перечень работ по сборке модернизированной передней подвески с учетом вышеизложенных требований. В перечне будет отражена последовательность операций, а также их длительность, определена номенклатура входящих деталей, узлов, крепежных изделий и их количество, а также

потребность в использовании специальных приспособлений и инструмента.

Таблица 3.1 - Перечень сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, Мин
1	2	3
1. Установка стойки передней подвески с тормозами в сборе		
1	Взять стойку передней подвески и выполнить осмотр.	0.4
2	С Помощью специального приспособления зафиксировать стойку на кузове.	0.5
3	Взять три шайбы и три гайки и наживить их на приварные болты верхней опоры стойки.	0.3
4	Взять гайковерт и произвести затяжку гаек крепления стойки необходимым моментом.	0.4
	Итого:	1.6
2. Установка стабилизатора передней подвески		
1	Взять стабилизатор поперечной устойчивости передней подвески и выполнить его осмотр.	0.4
2	Установить стабилизатор на автомобиль совместив отверстия на кронштейнах стабилизатора с приварными болтами на кузове.	0.5
3	Взять две гайки и две шайбы и наживить их на приварные болты.	0.3
4	Взять гайковерт и произвести затяжку гаек крепления стабилизатора необходимым моментом.	0.4
	Итого	1.6
3. Установка рычага передней подвески в сборе.		
1	Взять и выполнить осмотр рычага передней подвески в сборе.	0.4



2	Совместить отверстие шарнира рычага с отверстиями кронштейна на кузове.	0.3
3	Взять и пропустить через отверстия шарнира и кронштейна болт.	0.2
4	Взять гайку и шайбу крепления рычага и наживить их на болт.	0.2
5	Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления рычага необходимым моментом.	0.3
6	Совместить отверстия рычага и шарнира стойки стабилизатора.	0.4
7	Взять болт и пропустить через отверстия рычага и шарнира стойки стабилизатора.	0.3
8	Взять шайбу и гайку и наживить их на болт крепления стойки стабилизатора.	0.2
9	Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления стойки стабилизатора необходимым моментом.	0.2
10	Совместить отверстие на рычаге и конусную часть пальца шарового шарнира.	0.4
11	Наживить на резьбовую часть пальца шарового шарнира гайку.	0.2
12	Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления шарового шарнира необходимым моментом.	0.2
13	Совместить отверстия кронштейна растяжки рычага с отверстиями на кузове.	0.3
14	Взять две шайбы и два длинных болта и наживить их в наружные отверстия на кузове.	0.5
15	Взять шайбу и короткий болт и наживить его во внутреннее отверстие на кузове.	0.2
16	Взять гайковерт и произвести затяжку болтов	

	крепления кронштейна растяжки рычага необходимым моментом.	0.5
	Итого:	4.8
Общее время сборочного процесса: 8 мин		

### 3.4 Определение трудоемкости установки передней подвески

Чтобы определить суммарную трудоемкость сборки модернизированной передней подвески необходимо найти сумму времени, затраченного на выполнение сборочных операций, времени, занимаемого обслуживанием рабочих мест, а также времени, отводящегося на перерывы и отдых. Помимо этого, следует иметь ввиду, что установка стоек и рычагов выполняется независимо на левой и правой стороне автомобиля, а установка стабилизатора выполняется одновременно двумя рабочими, поэтому в суммарной трудоемкости все операции будут учитываться дважды.

Рассчитываем трудоемкость, затраченную на выполнение сборочных операций:

$$t_{\text{общ ОП}} = \sum t_{\text{ОП}} = 2 * (1,6 + 1,6 + 4,8) = 16 \text{ мин} \quad (3.1)$$

$$t_{\text{общ ум}} = 16 + 16 * (2 + 4)100 = 18 \text{ мин}$$

Вычислим суммарную трудоемкость сборки передней подвески:

где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах,  $\alpha = 2\%$ ;

$\beta$  – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах,  $\beta = 4\%$ .

Таблица 3.2 - Технологическая карта сборки

ТГУ	Технологическая карта сборки				Группа: 66-1			
	Наименование изделия		Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110		Студент: Галыгин			
Институт	Автомеханический		Сборочная единица		Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110			Лист 1
Номер операции	Номер перехода	Содержание переходов	Номера деталей и их количество, поступающих на сборку	Оборудование, технологическая оснастка	Инструмент		Норма времени	
					рабочий	контрольн		
005	1	Взять стойку передней подвески и выполнить осмотр.	17.ДП.01.017-2901023 СБ, 1 шт.	Гайковерт, специальное приспособление для установки стойки			0,6	
	2	С помощью специального приспособления зафиксировать стойку на кузове.				0,7		
	3	Взять шайбы и гайки и наживить их на приварные болты верхней опоры стойки.	1/05196/01, 3 шт. 1/61041/01, 3 шт.				0,5	
	4	Взять гайковерт и произвести затяжку гаек крепления стойки необходимым моментом.				0,6		
Итого: 2.4 мин								
010	1	Взять стабилизатор поперечной устойчивости передней подвески и выполнить его осмотр.	17.ДП.01.017-2906010 СБ, 1 шт.	Гаайковерт			0,6	
	2	Установ ить стабилизатор на автомобиль совместив отверстия на кронштейнах стабилизатора с приварными болтами на кузове.				0,7		
	3	Взять гайки и шайбы и наживить их на приварные болты.	1/05196/01, 2 шт. 1/61041/01, 2 шт.				0,5	
	4	Взять гайковерт и произвести затяжку гаек крепления стабилизатора необходимым моментом.				0,6		
Итого: 2.4 мин								

### Продолжение таблицы 3.2

ТГУ	Технологическая карта сборки				Группа: 66-1		
	Наименование изделия	Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110			Студент: Галыгин		
Институт	Автомеханический	Сборочная единица		Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110			Лист 2
Номер операции	Номер перехода	Содержание переходов	Номера деталей и их количество, поступающих на сборку	Оборудование, технологическая оснастка	Инструмент		Норма времени
					рабочий	контрольн	
015	1	Взять и выполнить осмотр рычага передней подвески в сборе	17.ДП.01.017-2904011 СБ, 1 шт.	Гайковерт			0,4
	2	Совместить отверстие шарнира рычага с отверстиями кронштейна на кузове					0,5
	3	Взять и пропустить через отверстия шарнира и кронштейна болт	1/55412/31, 1 шт.				0,4
	4	Взять гайку и шайбу крепления рычага и наживить их на болт	1/05170/70, 1 шт. 1/61015/21, 1 шт.				0,4
	5	Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления рычага необходимым моментом					0,3
	6	Совместить отверстия рычага и шарнира стойки стабилизатора					0,7
	7	Взять болт и пропустить через отверстия рычага и шарнира стойки стабилизатора	1/21647/11, 1 шт.				0,5
	8	Взять шайбу и гайку и наживить их на болт крепления стойки стабилизатора	1/05168/70, 1 шт. 1/59713/21, 1 шт.				0,4
	9	Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления стойки стабилизатора необходимым моментом					0,4
	10	Совместить отверстие на рычаге и конусную часть пальца шарового шарнира					0,6
	11	Наживить на резьбовую часть пальца шарового шарнира гайку	1/61050/11, 1 шт.				0,4

### Продолжение таблицы 3.2

ТГУ	Технологическая карта сборки				Группа: 66-1			
	Наименование изделия		Передняя подвеска автомобиля ВАЗ-2110		Студент: Галыгин			
Институт	Автомеханический		Сборочная единица		Передняя подвеска автомоибля ВАЗ-2110			Лист 3
Номер операции	Номер перехода	Содержание переходов	Номера деталей и их количество, поступающих на	Оборудование, технологическая оснастка	Инструмент		Норма времени	
					Рабочий	контрольн		
015	12	Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления шарового шарнира необходимым моментом					0,2	
	13	Совместить отверстия кронштейна растяжки рычага с отверстиями на кузове					0,3	
	14	Взять две шайбы и два длинных болта и наживить их в наружные отверстия на кузове	1/26468/01, 2 шт. 1/58888/21, 2 шт.	Гайковерт			0,5	
	15	Взять шайбу и короткий болт и наживить его во внутреннее отверстие на кузове	1/26468/01, 1 шт. 1/13438/21, 1 шт.				0,2	
	16	Взять гайковерт и произвести затяжку болтов крепления кронштейна растяжки рычага необходимым моментом					0,5	
Суммарно 6,2 мин.								
Итого затраченное время на сборку подвески: 11 мин.								

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ**

### **4.1 Анализ влияния модернизации передней независимой подвески на управляемость, устойчивость, безопасность и плавность хода автомобиля**

В автомобилестроении конструкция подвески определяет важнейшие эксплуатационные качества автомобиля, такие как плавность хода, устойчивость и управляемость, поэтому на автомобильных предприятиях уделяется большое внимание вопросам совершенствования узлов и механизмов подвески. Высокие требования к плавности хода как к одному из важнейших свойств, определяющего безопасность и комфорт пассажиров, а также сохранность перевозимых грузов, заставляют конструкторов искать новые пути совершенствования систем виброизоляции транспортных средств.

В базовой конструкции автомобиля применяется независимая передняя подвеска с применением цилиндрических пружин. У данной подвески есть ряд серьезных недостатков: большая масса, склонность к смещению на дороге с поперечными волнами, взаимосвязанное положение колес, собственный поворот оси при прямолинейном движении по дороге с выбоинами, необходимость свободного пространства над осью, соответствующего ходу сжатия подвески, малое расстояние между опорами упругих элементов, которое может быть увеличено только за счет усложнения конструкции, поперечный крен кузова под действием центробежной силы приложенный в центре масс автомобиля, при зависимой подвеске увеличивается.

### **4.2 Нормативные требования**

Нормативы, регламентирующие требования непосредственно к управляемости и устойчивости ТС и элементам ТС, влияющим на показатели управляемости и устойчивости, можно подразделить на четыре группы:

- требования к управляемости и устойчивости ТС и, отдельно, к автоцистернам (ГОСТ Р 52302-2004, ОСТ 37.001.487-89, ОСТ 37.001.471-88, РД 37.001.005-86, Правила № 111 ЕЭК ООН);
- требования к элементам управления ТС (Правила № 35 и 79);
- требования к шинам и колесам (Правила № 30, 54, 64, 108 и 109);
- требования к сцепным устройствам (Правила № 55 и 102).

Нормативы, регламентирующие требования к управляемости и устойчивости транспортных средств

Учитывая важность устойчивости и управляемости ТС как фактора обеспечения их безопасности, в стране разработаны и используются при сертификации отраслевые стандарты (ОСТ 37.001.487 — 89 и ГОСТ 37.001.471 — 88), которые устанавливают значения измерителей устойчивости и легкости рулевого управления, влияющих на управляемость автомобилей, а также соответствующие методы испытаний ТС.

Кроме того, при сертификации используется методика испытаний и оценки устойчивости управления (РД 37.001.005 — 86), позволяющая оценить способность системы водитель — автомобиль выполнять с оговоренной заранее точностью на заданном отрезке пути задаваемый закон движения (зависимости изменения скорости, траектории, курсового угла и угла крена в функции пути).

Для автоцистерн действуют Правила № 111 ЕЭК ООН, которые регламентируют основные требования к автоцистернам, касающиеся их устойчивости к опрокидыванию.

## **В ГОСТ 37.001.487 — 89 «Управляемость и устойчивость ТС.**

**Общие технические требования»** установлены требования к следующим характеристикам автомобиля:

- легкость рулевого управления;

- возврат повернутого рулевого колеса в нейтральное положение после его освобождения;
- реакция автомобиля на поворот рулевого колеса;
- поперечная устойчивость на стенде;
- поперечная устойчивость полноприводных автомобилей при движении на повороте.

### **ГОСТ Р 52302-2004 «Управляемость и устойчивость ТС.**

Методы испытаний» определены методы испытаний ТС для оценки ранее указанных характеристик.

Целью настоящего проекта стала модернизация передней подвески автомобиля ВАЗ-2110, а именно, предлагается применить усиленный стабилизатор поперечной устойчивости в место штатного, который увеличивает угловую жесткость передней подвески.

Данный стабилизатор:

- имеет увеличенный диаметр прутка (20мм в место 18мм);
- обладает повышенной угловой жесткостью;
- уменьшает боковой крен автомобиля.

И все это достигается без каких либо серьезных изменений в стандартной компоновочной схеме передней подвески автомобиля. Данная модернизация позволяет решить ряд задач, важнейших на данный момент для потребителя: улучшение показателей устойчивости, управляемости.

Проектируемая передняя независимая подвеска обеспечивает равномерность и плавность хода автомобиля, предотвращает передачу ударных усилий (при движении по неровностям) непосредственно на кузов,



необходимую кинематику колёс (развал, сходжение) и постоянство их во времени. Также это обеспечивает автомобилю лучшую безопасность движения. Модернизация передней подвески в целом

повышает боковую жесткость передней подвески автомобиля противодействующая опрокидыванию автомобиля на повороте, а значит и повышает устойчивость автомобиля, безопасность движения автомобиля и его управляемость. По результатам проведенного анализа можно говорить о том, что данная модернизация улучшает ходовые качества автомобиля в целом, т.е. соответствует требованиям ГОСТ Р 52302-2004. Для определения показателей плавности хода существуют методы исследований ОСТ 37.001.275-84. Показатели плавности хода определяются на основе анализа виброускорений, действующих на водителя и характерных точек поддрессоренной части автомобиля. Измерение вертикальных и горизонтальных виброускорений в месте посадки водителя проводится с использованием промежуточной плиты. Для оценки вибрация, испытываемых водителем используются скорректированные значения вертикальных и горизонтальных виброускорений. Для испытательных участков дорог, ровность которых контролируется соответствующими государственными органами и нормативно-технической документацией, в качестве показателя вибрационных условий труда водителя должны использоваться значения предельно допустимой скорости движения автомобиля, при которой скорректированные значения виброускорений достигают нормативных величин. Величина скорости определяется методом линейной интерполяции или экстраполяции графиков скорректированных виброускорений в функции скорости движения автомобиля. Для проведения измерений применяется измерительная аппаратура, включающая комплект датчиков для измерения виброускорений с электрическими преобразователями, а также комплекс электронной преобразовательной и регистрирующей аппаратуры, обеспечивающей автоматическую обработку результатов измерений с получением на выходе определяемых средних

квадратических и скорректированных виброускорений. Применяемая виброизмерительная аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.012-83. Суммарная расчетная погрешность измерения аппаратуры не должна превышать 10%. Тракт измерительной и регистрирующей аппаратуры должен иметь ширину полосы пропускания по уровню минус 3 дБ от 0,7 до 90 Гц (не менее) при неравномерности в полосе частот 1-63 Гц не более 1 дБ. При измерении средних квадратических значений виброускорений или дисперсий виброускорений квадратичный детектор анализатора должен иметь динамический диапазон по выходу не менее 26 дБ. Измерительная аппаратура для непосредственного замера должна обеспечивать получение скорректированных значений виброускорений и средних квадратических значений виброускорений в полосе частот 0,7- 2,4 Гц.

Испытания должны проводиться на участках дорог Автополигона НАМИ, номенклатура в основные характеристики которых приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 - Характеристики участков дорог для проведения испытаний автомобилей

Номер участка дороги	Вид дороги	Длина участка, М	Диапазон длин волн ,м	Средние квадратические высоты неровностей, м
I	Цементобетонная динамометрическая дорога	1000	0,4-40	$0,6 \cdot 10^{-2}$
II	Булыжная мощенная дорога без выбоин	1000	0,25-25	$1,1 \cdot 10^{-2}$
III	Булыжник с выбоинами (специальный участок)	500	0,12-12	$2,9 \cdot 10^{-2}$

Характеристика проектной передней независимой подвески автомобиля обеспечивает требуемую плавность хода. Также при испытаниях на плавность хода в соответствии с методикой по ОСТ 37.001.275-84, длины волн колебаний передающихся от дороги через подвеску автомобиля на кузов автомобиля находятся в пределах нормативных диапазонов требуемых стандартом, приведенные в таблице 4.1.

По результатам проведенного анализа можно говорить о том, что данная модернизация соответствует требованиям ОСТ 37.001.275-84 «Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода» и ОСТ37.001.291-84 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода».

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В последнее время техническая политика автомобильных фирм направлена на создание модельных рядов и семейств внутри них.

Верхнюю ступеньку практически любого современного семейства автомобилей занимает спортивная модификация с повышенными скоростными и динамическими качествами. Эти же автомобили являются базовыми моделями для создания спортивных модификация, участвующих в международных соревнованиях.

Делается это в первую очередь и для более полного

удовлетворения запросов потребителя и заполнения всех, возможных ниш автомобильного рынка.

В данном дипломном проекте предлагается применить верхнюю сварную растяжку, которая бы жестко соединяла верхние части передних стоек, которая предотвращала бы взаимное перемещение стоек подвески во время движения, а также предлагается установка усиленного стабилизатора поперечной устойчивости в место штатного, который увеличивает угловую жесткость передней подвески.

Данный стабилизатор:

- имеет увеличенный диаметр прутка (20мм в место 18мм);
- обладает повышенной угловой жесткостью;
- уменьшает боковой крен автомобиля.

Достигнутые преимущества по сравнению с базовым вариантом:

- повышается точность управления автомобилем в повороте;
- повышается устойчивость автомобиля при движении по прямой;
- уменьшается боковой крен автомобиля.

Уменьшается деформация кузова при движении автомобиля поворотах и по неровным дорогам, что значительно снижает вероятность появления усталостных трещин на кузове.

Так как в данной работе мы рассматриваем модернизацию одного автомобиля, то расчет на производство данного стабилизатора не имеет смысла, так как цена розничной продажи стабилизатора диаметром 20мм-1800 рублей. Если бы автомобиль выпускался на данный момент на конвейере, то мы бы могли рассчитать модернизацию на потоковой основе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом проведенной работы является модернизация передней подвески ВАЗ-2110, используемой в настоящее время на серийных переднеприводных автомобилях 2-го класса выпускаемых ОАО «АвтоВАЗ» с 27 июня 1995 года, до 2007 года. Особенностью проекта является минимальное изменение конструкции передней подвески. В данном проекте предлагается использовать установку усиленного стабилизатора поперечной устойчивости в место штатного, который увеличивает на  $2,6 \times 10^3$  Н/м угловую жесткость передней подвески при сохранении общей компоновочной схемы. Данное техническое решение позволяет избежать затруднений в обеспечении запасными частями эксплуатируемых автомобилей более раннего периода выпуска. Представленная работа соответствует современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области автомобилестроения. Применяемые изменения на серийном автомобиле позволит повысить комфортабельность, устойчивость и долговечность автомобиля в городском режиме движения, что приведёт к большой конкурентоспособности автомобиля ВАЗ-2110 на вторичном рынке.

## CONCLUSION

The research results deal with the modernization of the VAZ-2110 front suspension system currently used on front-wheel drive cars of a second class produced by «AUTOVAZ», OJSC since June 27, 1995 until 2007. A special feature of the project is a minimal change in the design of the front suspension. In the present graduation project it is proposed to use the installation of a reinforced transverse stability stabilizer in place of the standard one, which increases the angular stiffness of the front suspension by  $2.6 \times 10^3 \text{ N / m}$  while maintaining the overall layout. This engineering solution allows to avoid difficulties in providing previous model year vehicles with spare car parts. The presented research corresponds to the current state and prospects of development of science and technology in the field of automotive industry. The production vehicle's changes will increase the comfort, stability and durability of the car in urban driving mode, which will lead to greater competitiveness of the VAZ-2110 car in the secondary market.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. [Текст] – М.: Машиностроение, 1978.-912 с.
2. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Т3. [Текст]/ Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров – М.: Автополисплюс, 2005.-560 с.
3. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления. [Текст] Курс лекций.-125 с.
4. Основы теории надежности и диагностики. Оценка показателей надежности [Текст] : метод. указания к практическим занятиям / А. В. Олейников, В. А. Васильев ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ. - Абакан : РИО ХТИ - филиала СФУ, 2011. - 60 с. - Б. ц.
5. Методика разработки разделов дипломных проектов по таксомоторным перевозкам [Текст] : метод. указания по дипломному проектированию / А. В. Олейников, В. А. Васильев. - Абакан : РИО ХТИ - филиала СФУ, 2010. - 48 с. - Б. ц.
6. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЯ-  
<http://window.edu.ru/resource/935/25935/files/1311.pdf>
7. Й.раймпель, Шасси автомобиля, элементы подвески.



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт  
институт  
Автомобильный транспорт и машиностроение  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Е.М. Желтобрюхов

подпись инициалы, фамилия

« 01 » 08 20 20 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
код — наименование направления

на тему: «Модернизация подвески автомобиля ВАЗ-2110»

Руководитель

01.08.20  
подпись, дата

доцент каф АТиМ, к.т.н.  
должность, ученая степень

В.А. Васильев  
инициалы, фамилия

Выпускник

Тш  
подпись, дата

Д.С. Галыгин  
инициалы, фамилия